



نمذجة اتجاهات التغير في درجة الحرارة العظمى في محطة مطار طرابلس للفترة (1961 – 2099) وأثرها في التطرف الحراري.

أ. أسمهان علي المختار عثمان

أستاذ مُساعد بقسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة الزاوية

a.almukhtar@zu.edu.ly

الملخص:

يهدف هذا البحث الى التنبؤ بدرجات الحرارة العظمى للفترة (2010 – 2099). بالاعتماد على درجة الحرارة العظمى المرصودة بمحطة إرصاد مطار طرابلس لفترة الأساس (1961– 1990) بواسطة تقنية ((Statistical Downscaling Model (SDSM))، وذلك وفق سيناريوهات التغير المناخي (B2a) (A2a)؛ وهي سيناريوهات معتمدة لدى الفريق المعني بالتغير المناخي IPCCفي تقرير عرف ب SRESفي سنة 2000 لوضع توقعات للمناخ والبيئة بالاعتماد على غازات الاحتباس الحراري. إضافة إلى استخدام أساليب التحليل الإحصائي المستخدمة في الدراسات المناخية بواسطة برنامج SPSS للكشف عن اتجاهات التغير في درجات الحرارة العظمى للفترات الأربعة، وهي: (1961-1990)، (2010-2039)،(2040 -2069)، (2070 – 2099)، ولتحقيق أهداف الدراسة تم فحص تجانس البيانات وتباين متوسطاتها بواسطة اختبار التباين الأحادي(One Anova Awy) ، وتطبيق عدة مقاييس إحصائية (الانحراف المعياري، الفروقات المتجمعة)، لتكون مؤشرات لتحليل وتحديد التطرفات الحرارية .

وأظهرت النتائج اتجاهات للتغير في درجة الحرارة العظمى السنوية والفصلية نحو الزيادة مقارنة بالفترة الأولى (فترة الأساس). وعند مستوى دلالة إحصائية أقل من 0.05. واكد اختبار التباين لمتوسطاتها على الاتجاه نحو الارتفاع. بينما دلت نتائج الفروق المتجمعة الى تباين التطرفات على المستوى السنوي للفترات المستقبلية (2010-2099) على مستوى الفصول.

الكلمات الدالة: التصغير الإحصائي، التغير المناخي، الحرارة العظمى، النموذج المناخي، سيناريوهات المناخ.

Modeling trends in maximum temperature change at Tripoli Airport Station for the period (1961-2099) and its impact on thermal extremes

Asmahan Ali Al-Mukhtar Othman.
Assistant Professor/Department of Geography/College of Arts/Al-Zawiya University.
a.almukhtar@zu.edu.ly

Abstract:

This research aims to predict the maximum temperatures for the period (2010-2099). Based on the maximum temperature observed at the Tripoli Airport meteorological station for the base period (1961-1990) using the Statistical Downscaling Model (SDSM) technology, according to the (A2a) (B2a) climate change scenarios, which are scenarios approved by the Panel on Climate Change IPCC in A report known as SRES in the year 2000 to make projections of the climate and the environment based on greenhouse gases. In addition to using the statistical analysis methods used in climate studies by the SPSS program to detect trends in the maximum temperature change for the four periods, namely: (1961-1990), (2010-2039), (2040-2069), (2070-2099), To achieve the objectives of the study, the homogeneity of the data and the variance of their averages were examined by the One-way ANOVA test, and several statistical measures (standard deviation, aggregated differences) were applied as indicators for analyzing and determining thermal extremes.

The results showed trends of change in the annual and seasonal maximum temperature towards an increase compared to the first period (the base period). And at the level of statistical significance less than 0.05. The variance test for their averages confirmed the upward trend. While the results of the accumulated differences indicated the variation of the extremes at the annual level for the future periods (2010-2099) at the level of the seasons.

Keywords: statistical minimization, climate change, maximum temperature, climate model, climate scenarios.

مقدمة:

حظي التغير المناخي خلال العقود الأخيرة باهتمام واسع من الإدارات الحكومية الدولية ومن عامة شعوب العالم بعد ظهور آثاره السلبية على الانسان والبيئة، حيث أشارت الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ (ipcc)، الى أن متوسط درجة الحرارة السطحية العالمية قد ازدادت خلال القرن العشرين بنحو 0.6 درجة مئوية. وأن الاحترار في الخمسين عاما الأخيرة يعزى إلى حد كبير إلى الأنشطة البشرية (IPCC، 2013، ص14). والذي ينعكس بتأثيره المباشر والسلبي على العديد من جوانب الحياة مثل: الصحة والزراعة والاقتصاد والبنية التحتية. ولذلك وجب التنبؤ بأنماط واتجاهات التغيرات المناخية، مما يعزز القدرة للتصدي لها مستقبلا (الإسكوا، 2017، ص17). يعرف المناخ على أنه حالة الطقس لفترة طويلة لا تقل عن ثلاثين عاماً، ولذا غالبا ما يفهم التغير المناخي على أنه تحول في نمط المناخ خلال تلك الفترة الطويلة (عثمان، 2011، ص16). وقد أظهرت الدراسات الحديثة المهتمة بالتغير المناخي إلى أنه من خلال نماذج الدورة العامة للغلاف الجوي بالإمكان التنبؤ بمناخ المستقبل بواسطة نماذج عالمية، ومن بينها نموذج الدوران العام ((General Circulation Model (GCM)) الذي سنعتمد عليه في معرفة تغير واتجاه درجة الحرارة في منطقة الدراسة (Brebish, 2022, p. 160).

إن الارتفاع في متوسط درجة الحرارة قد لا يؤدي بالضرورة الى ارتفاع كبير في الحرارة عن المتوسط، ولكنه يؤثر في توزيعها على المستوى اليومي والفصلي فعلى سبيل المثال: تكرار قليل لأيام صقيع، وزيادة تكرار موجات (Frich, 2022, p. 193).

ويعرف التطرف الحراري بالانخفاض أو الارتفاع في درجات الحرارة الاعتيادية، كما يعرف بأنه الحالة الطقسية التي تسجل خلالها الحرارة درجات قياسية ارتفاعا وانخفاضا عن معدلاتها العامة في أوقات متفاوتة أو متصلة (الجبوري، 2016، ص406).

أهمية الدراسة: تكمن أهمية الدراسة في استخدام تقنية إحصائية مناخية مختصة للتنبؤ بدرجة الحرارة العظمى وتحديد اتجاهاتها، وتقييم مقدار التغير في تأثيرها في تطرف درجة الحرارة العظمى في محطة أرصاد طرابلس للفترة من (2010-2099) مقارنة بفترة الأساس (1961 – 1990). باستخدام السيناريوهات المطروحة من قبل المنظمة الحكومية المعنية

بالتغير المناخي، بالإضافة لما تقدمه الدراسة من دعم للدراسات العلمية عن المناخ في ليبيا لأهمتها في التخطيط والتنمية المستدامة ووضع الخطط المستقبلية لمختلف القطاعات على ضوء الاسقاطات المستقبلية للمناخ.

أهدافها:

1. تطبيق نموذج التحجيم أو التصغير الإحصائي(SDSM) للإسقاط المستقبلي لدرجة الحرارة العظمى لمحطة إرصاد طرابلس للفترة من 2010-2099.
2. تحليل السلوك المستقبلي لدرجة الحرارة العظمى في محطة ارصاد مطار طرابلس بالاستعانة بنتائج المحاكاة لأهم النماذج العالمية الخاصة بالتنبؤ المستقبلي لسيناريوهات المناخ للفترة 2010-2099 وتحديد اتجاهها.
3. معرفة معدل واتجاه التغير في درجة الحرارة العظمى في المحطة خلال فترة الدراسة وبيان حجم تغيرها الفصلي والسنوي.
4. بيان أثر تغير درجة الحرارة العظمى في التطرف الحراري خلال الفترة المستقبلية مقارنة بالفترة الماضية.

مشكلة الدراسة:

1. هل هناك اتجاه للزيادة في المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية لدرجة الحرارة العظمى في محطة ارصاد مطار طرابلس خلال الفترة من 2010- 2099 مقارنة بفترة الاساس؟
2. هل يوجد نمط محدد تتبعه درجة الحرارة العظمى نحو الزيادة في محطة ارصاد مطار طرابلس للفترة من 2010-2099 وفق سيناريو A2a أوB2a ؟
3. ما هو مقدار التباين والتغير في معدل درجة الحرارة العظمى الشهرية والفصلية والسنوية بالمحطة للفترة من 2010-2099؟
4. ما مدى تأثير التغير في درجة الحرارة العظمى في معدل تطرفها عن الفترة الماضية؟

فرضياتها:

1. هناك اتجاه للزيادة في المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية لدرجة الحرارة العظمى في المحطة خلال الفترة من 2010- 2099 مقارنة بفترة الأساس.





2. لا يوجد فروقات في درجة الحرارة العظمى في محطة مطار طرابلس فهي متقاربة من ناحية التغير وفق السيناريوهان (A2a, B2a).

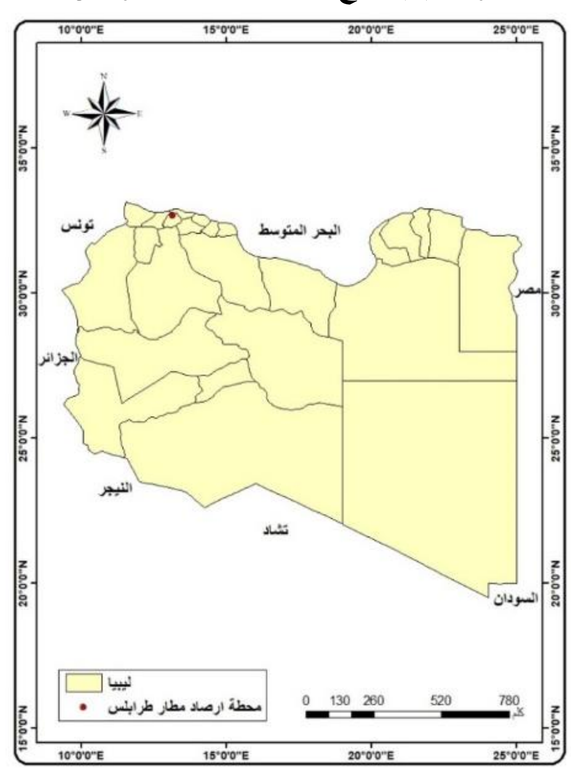
3. يمكن تحديد مقدار التباين والتغير في معدل درجة الحرارة العظمى الشهرية والفصلية والسنوية في محطة مطار طرابلس للفترة من 2010-2099.

4. يؤثر الارتفاع في درجة الحرارة خلال الفترة المستقبلية على تكرار التطرف في درجات الحرارة.

منطقة الدراسة:

تقع محطة مطار طرابلس في جنوب العاصمة الليبية طرابلس، على خط طول 09 ً13 ً26° شرقا. وعلى دائرة عرض 22 ً40 ً32° شمالا. وترتفع عن مستوي سطح البحر 76 متراً تقريباً، وتبعد عن البحر 23كم تقريباً (الجوية، 2022) (الخريطة1).

الخريطة (1) موقع محطة ارصاد مطار طرابلس.



المصدر: عمل الباحثة باستخدام GIS اعتماداً على (الأطلس الوطني، 1978، ص25).

منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على منهج التحليل الإحصائي لقيم المعدلات العامة الشهرية والفصلية والسنوية لعنصر درجة الحرارة العظمى لمحطة مطار طرابلس الصادرة عن المركز الوطني للأرصاد الجوية الليبية للفترة (1961-1990)، لاستخدامها في عمليات المحاكاة أو النمذجة المستقبلية للفترة 2010-2099، بواسطة تقنية ((Statistical)) Downscaling Model (SDSM)، وهي أداة تستخدم لدعم اتخاذ القرارات في التنبؤات المستقبلية لدرجة الحرارة العظمى معتمدة على سيناريوهات الانبعاثات لفهم تغير المناخ عبر الزمن خلال القرن الحادي والعشرين الصادرة عن مركز هادلي (The Hadley Center) HadCM3التابع لمكتب الأرصاد الجوية بالمملكة المتحدة، وتعد هذه السيناريوهات من أهم السيناريوهات في دراسة التغيرات المناخية، حيث تقوم أساساً على تثبيت معدلات انبعاثات الغازات الدفيئة التي سجلت عام 2000، إذ أن النظام المناخي وفقها يتعرض لقدر من التغير بناءً على التركيزات الحالية للعناصر المتنوعة للغلاف الجوي، وهي: السيناريو :A2a الذي يوصف عالماً متنوعاً جداً، وغير متجانس شديد التباين يعتمد على الذات، بحيث تكون التنمية الاقتصادية موجهة اقليمياً وتختلف بحسب المناطق، ويفترض هذا السيناريو أن هناك تبايناً في أنماط الخصوبة عبر المناطق، مما يعني نمواً مستمراً في عدد سكان العالم وزيادة في الكثافة السكانية. السيناريو :B2a هذا السيناريو موجه نحو الحلول العالمية للاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، ويعتمد على تطورات الطاقة البديلة وتحقيق العدالة الاجتماعية والاقتصادية وتخفيض في كثافة استغلال الموارد، وهو أيضاً يفترض أن هناك زيادة مستمرة في عدد السكان ولكن بوتيرة أقل من السيناريو A2a، وبمعدل متوسط من التنمية الاقتصادية، وبتغير تقني أقل سرعة وأكثر تنوعاً (إبراهيم، 2018، ص22).

حيث يتم العمل على تقنية SDSM على خمس مراحل هي (عثمان، 2021، ص48):

1 – مراقبة جودة البيانات Data Quality Control:

2 – فحص المتغيرات screen variables:

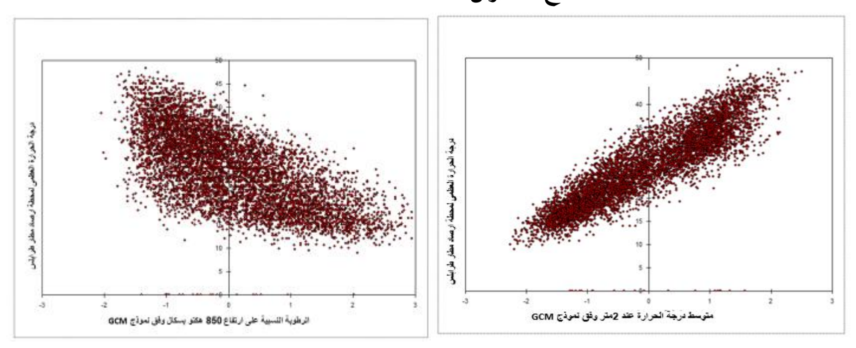
3 – معايرة النموذج Calibrate Model.

4 – توليد السيناريو Scenario Generation.

5 – التلخيص الإحصائي Summary Statistics.

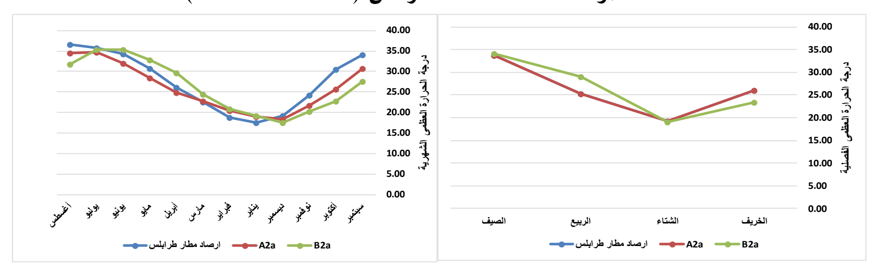
يظهر الشكل (1) الارتباط القوي بين درجة الحرارة العظمى لمحطة ارصاد مطار طرابلس مع المتغير رقم 26 المتمثل في درجة الحرارة عند 2متر من نموذج GCM اذ بلغ (0.893). وكان الارتباط ضعيفاً مع العنصر رقم 23 المتمثل في الرطوبة النسبية على ارتفاع 850 هكتو باسكال. اذ بلغ معامل الارتباط (-0.667).

الصورة (1) يمثل شكل الارتباط بين درجة الحرارة العظمى في محطة ارصاد طرابلس مع المتغيرين 26،23 GCM.



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على: – بينات درجات الحرارة العظمى الصادرة عن المركز الوطني للإرصاد الجوية الليبية، طرابلس. & SDSM4.2.9

الشكل (2) مقارنة معدلات درجة الحرارة العظمى الشهرية والفصلية لمحطة ارصاد المطار مع البيانات المنمذجة بواسطة SDSM للفترة من (1091 – 2009)



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على: – بينات درجة الحرارة العظمى الصادرة عن المركز الوطني للإرصاد الجوية الليبية، طرابلس. & SDSM4.2.9

من خلال الشكل (2) نجد أن هناك تطابقاً بين البيانات المنمذجة بواسطة SDSM وسيناريو A2a مع البيانات المسجلة في أرشيف الأرصاد الجوية، الأمر الذي يؤكد لنا صحة البيانات المرصودة من قبل المركز الوطني للأرصاد الجوية بطرابلس من ناحية، ومن ناحية أخرى يقين بدقة تقنية SDSM بالتنبؤ في درجات الحرارة العظمى مستقبلا.

من بعد الحصول عل البيانات للفترة من 2010-2099 تم تقسيم البيانات الى أربع فئات أو فترات كل فترة منها تمتد لثلاثين سنة، ومن ثم تطلب تطبيق عدة طرق احصائية عليها مثل حساب المعدل، الانحراف المعياري، وتجانس البيانات، الفروقات المتجمعة، وتحديد الاتجاه، والتباين لما لها فائدة في التنبؤ المناخي باستخدام البرامج الاحصائية (Excel & SPSS).

المبحث الأول: اتجاهات التغير في درجات الحرارة العظمى:

أظهرت نتائج الانحدار الخطي البسيط لدرجات الحرارة العظمى في محطة مطار طرابلس، اتجاهًا واضحًا للزيادة في المعدلات السنوية في الشكل (1). وتباين في المعدلات الفصلية بكلا في السيناريوهان وهذا دليل ومؤشر بأن درجة الحرارة تتجه نحو الاحترار في محطة مطار طرابلس، حيث دلت نتائج تحليل الانحدار الخطي – الجدولين (1) و (2) إلى وجود قيم موجبة للمتغير(b) في المعدلات السنوية للفترات الثلاث المستقبلية مقارنة بفترة الأساس (1961-1990)، بالرغم من ظهور زيادة دون مستوى الدلالة الإحصائية. إذ تراوح معامل الانحدارb ، بين 0.008 - 0.13.

أما على المستوى الفصلي فنجد أن هناك تبايناً واضحاً في التغير، إذ سينتج عن ارتفاع درجة الحرارة تقلب الفصول وتغير خصائصها مستقبلا مما ينذر بمشكلات بيئية وخيمة مستقبلا.

كما نستنتج من الجدولين والشكل (2). أن الاتجاه العام لدرجة الحرارة العظمى في محطة مطار طرابلس تتجه اتجاهاً واضحاً نحو الانخفاض خلال الفترات المستقبلية الثلاث في فصلي الخريف والصيف حيث كانت قيم b سالبة، وبتباين مفسر مرتفع بلغ 75% في فصل الخريف و80% في فصل الصيف. وعلى مستوى دال إحصائياً.

بينما ظهر الاتجاه نحو الارتفاع في فصلي الشتاء والربيع بمعامل ارتباط تجاوز 90%، وبتباين مفسر بلغ 88% وعلى مستوى دلالة احصائية 0.000 الشكل (3).

جدول (1) اسقاطات واتجاهات درجات الحرارة العظمى الفصلية والسنوية في محطة مطار طرابلس وفق سيناريو H3A2a للفترة (1961–2099).

درجة الحرارة الصغرى الفصلية والسنوية	الفترات	متوسط درجة الحرارة العظمى	الانحراف المعياري	معامل الارتباط (R)	نسبة التباين المفسر (R^2)	معامل الانحدار (b)	مستوى الدلالة الاحصائية (sing)
فصل الخريف	1990 - 1961	28.3	1.10	0.18	0.03	0.022	0.345
	2039 - 2010	21.8	3.3	0.81	0.66	-0.306	0.000
	2069 - 2040	21.7	3.3	0.80	0.75	-0.297	0.000
	2099 - 2070	21.8	3.3	0.81	0.66	-0.307	0.000
فصل الشتاء	1990 - 1961	18.6	1.1	0.18	0.03	0.022	0.345
	2039 - 2010	21.4	3.2	0.92	0.85	0.333	0.000
	2069 - 2040	21.5	3.2	0.93	0.86	0.335	0.000
	2099 - 2070	21.4	3.2	0.92	0.86	0.332	0.000
فصل الربيع	1961 - 1990	25.8	1.1	0.21	0.05	0.028	0.260
	2039 - 2010	32.1	4.9	0.94	0.87	0.520	0.000
	2069 - 2040	32.2	4.7	0.86	0.74	0.454	0.000
	2099 - 2070	31.1	4.9	0.94	0.88	0.523	0.000
فصل الصيف	1990 - 1961	34.9	1	0.242	0.059	0.028	0.197
	2039 - 2010	30.6	5.2	0.89	0.80	-0.532	0.000
	2069 - 2040	30.5	5.3	0.89	0.80	-0.538	0.000
	2099 - 2070	30.6	5.2	0.89	0.80	-0.531	0.000
السنوية	1990 - 1961	26.8	0.6	0.42	0.18	0.029	0.019
	2039 - 2010	26.8	0.7	0.29	0.08	0.023	0.123
	2069 - 2040	27.3	0.9	0.08	0.01	0.008	0.660
	2099 - 2070	27.3	0.9	0.13	0.02	0.13	0.479

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس باستخدام SDSM & SPSS.

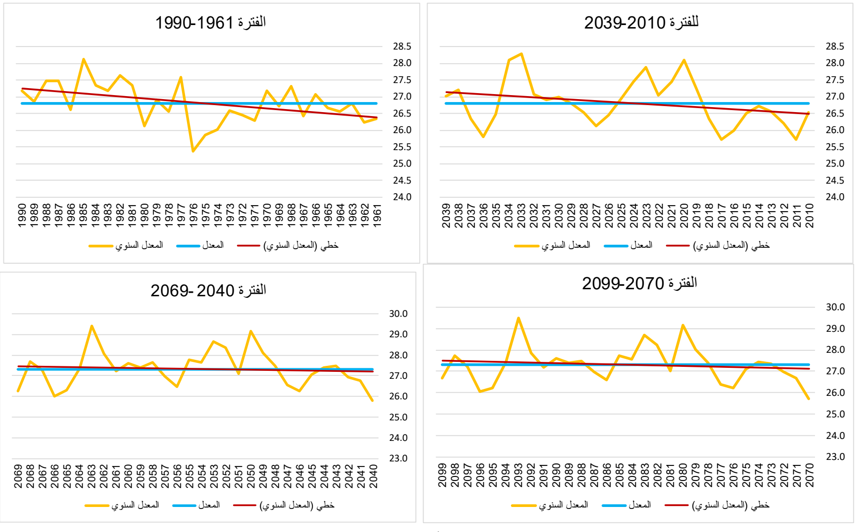
جدول (2) اسقاطات واتجاهات درجة الحرارة العظمى الفصلية والسنوية
في محطة مطار طرابلس وفق سيناريو H3B2a للفترة (1961–2099)..

درجة الحرارة الصغرى الفصلية والسنوية	الفترات	متوسط درجة الحرارة العظمى	الانحراف المعياري	معامل الارتباط (R)	نسبة التباين المفسر (R^2)	معامل الانحدار (b)	مستوى الدلالة الاحصائية (sing)
فصل الخريف	1990 - 1961	28.3	1.10	0.18	0.03	0.022	0.345
	2039 - 2010	21.8	3.34	0.79	0.62	-0.300	0.000
	2069 - 2040	21.7	3.25	0.80	0.75	-0.297	0.000
	2099 - 2070	21.8	3.33	0.81	0.66	-0.307	0.000
فصل الشتاء	1990 - 1961	18.6	1.11	0.18	0.03	0.022	0.345
	2039 - 2010	21.6	3.30	0.92	0.84	0.344	0.000
	2069 - 2040	21.5	3.18	0.93	0.86	0.335	0.000
	2099 - 2070	21.4	3.17	0.92	0.86	0.332	0.000
فصل الربيع	1961 - 1990	25.8	1.14	0.21	0.05	0.028	0.260
	2039 - 2010	32.1	4.78	0.94	0.89	0.512	0.000
	2069 - 2040	32.2	4.65	0.86	0.74	0.454	0.000
	2099 - 2070	31.1	4.92	0.94	0.88	0.523	0.000
فصل الصيف	1990 - 1961	34.9	1	0.242	0.059	0.028	0.197
	2039 - 2010	30.6	5.22	0.89	0.80	-0.532	0.000
	2069 - 2040	30.5	5.28	0.89	0.80	-0.538	0.000
	2099 - 2070	30.6	5.22	0.89	0.80	-0.531	0.000
السنوية	1990 - 1961	26.8	0.61	0.42	0.18	0.029	0.019
	2039 - 2010	27.3	0.79	0.15	0.02	0.014	0.422
	2069 - 2040	27.3	0.89	0.15	0.02	0.016	0.415
	2099 - 2070	27.4	0.87	0.20	0.04	0.020	0.279

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس باستخدام SDSM & SPSS.

الشكل (3) الاتجاه العام للمعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى

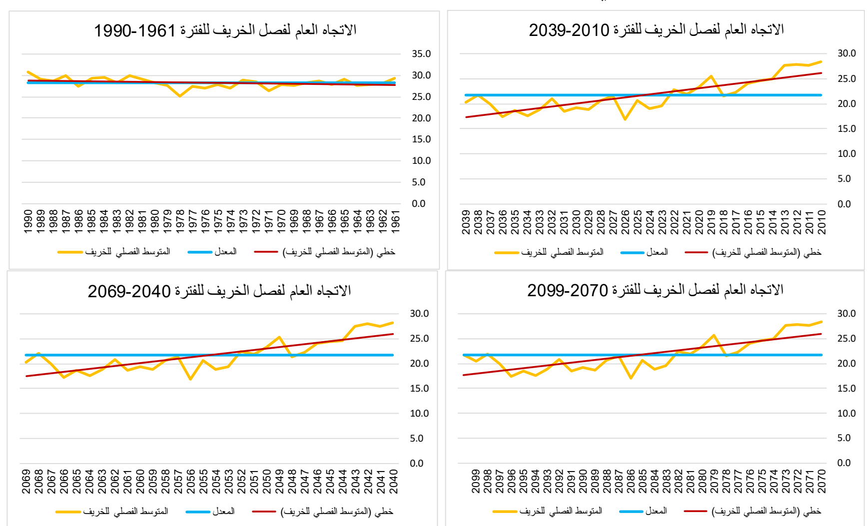
في مطار طرابلس للفترة 1961–2099.



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (1) باستخدام Excel

الشكل (3) الاتجاه العام لدرجة الحرارة العظمى لفصل الفصلية

في مطار طرابلس للفترة 1961–2099.



الاتجاه العام لفصل الشتاء للفترة 2010-2039

المتوسط الفصلي للشتاء — المعدل — خطي (المتوسط الفصلي للشتاء)

الاتجاه العام لفصل الشتاء للفترة 1961 -1990

المتوسط الفصلي للشتاء — المعدل — خطي (المتوسط الفصلي للشتاء)

الاتجاه العام لفصل الخريف للفترة 2072099

المتوسط الفصلي للشتاء — المعدل — خطي (المتوسط الفصلي للشتاء)

الاتجاه العام لفصل الشتاء للفترة 2040-2069

المتوسط الفصلي للشتاء — المعدل — خطي (المتوسط الفصلي للشتاء)

الاتجاه العام لفصل الربيع للفترة 2010-2039

المتوسط الفصلي للربيع — المعدل — خطي (المتوسط الفصلي للربيع)

الاتجاه العام لفصل الربيع للفترة 1961-1990

المتوسط الفصلي للربيع — المعدل — خطي (المتوسط الفصلي للربيع)

الاتجاه العام لفصل الربيع للفترة 2070-2099

المتوسط الفصلي للربيع — المعدل — خطي (المتوسط الفصلي للربيع)

الاتجاه العام لفصل الربيع للفتارة 2040-2069

المتوسط الفصلي للربيع — المعدل — خطي (المتوسط الفصلي للربيع)

الاتجاه العام لفصل الصيف للفترة 2010-2039

المتوسط الفصلي للصيف — المعدل — خطي (المتوسط الفصلي للصيف)

الاتجاه العام لفصل الصيف للفترة 1961-1990

المتوسط الفصلي للصيف — المعدل — خطي (المتوسط الفصلي للصيف)

الاتجاه العام لفصل الصيف للفترة 2070-2099

المتوسط الفصلي للصيف — المعدل — خطي (المتوسط الفصلي للصيف)

الاتجاه العام لفصل الصيف للفترة 2040-2069

المتوسط الفصلي للصيف — المعدل — خطي (المتوسط الفصلي للصيف)

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (1) باستخدام Microsoft Excel 2010

المبحث الثاني

اختبار تباين Analysis of Variance (One-way ANOVA) في متوسطات درجات الحرارة العظمى:

هو أحد الاختبارات المعملية والتي تستخدم في المقارنة بين المتوسطات، ويطلق عليه تحليل التباين الأحادي (One-way analysis of. variance)، وهو اختبار يتم استخدامه للحصول على قرار إما بوجود فروق بين المتوسطات أو عدم وجودها، وذلك لمعرفة ما يجعل متوسط ما يختلف عن المتوسطات الأخرى (إبراهيم، 2004، ص350).

من خلال الجدولين (3) و (4) نجد أن هناك تطابقاً في النتائج إذ دلت النتائج على عدم لا وجود اختلاف أو تباين في متوسط درجة الحرارة العظمى بين الفترتين (1961-1990) و (2010 -2039). بينما هناك تبايناً واضحاً للفترة الثالثة (2040-2069)، والفترة الرابعة (2070 -2099) مع الفترة الأولى (1961 -1990) في الارتفاع في المتوسط لصالح آخر فترتين بفارق في المتوسط بلغ 0.5 وعلى مستوى دلالة أقل من 0.05، كما في الشكل.(4)

دلت نتائج التباين لفصلي الخريف والصيف أن هناك تباين في متوسطات درجة الحرارة العظمى، نحو الانخفاض عند مقارنة الفترة الأولى مع الفترات الثلاث المستقبلية بفارق (6.5) درجة مئوية وعلى مستوى دلالة احصائية بلغ 0.000 خلال فصل الخريف. بينما كان الانخفاض في فصل الصيف بفارق قدره 4.2 درجة مئوية وعلى مستوى دلالة 0.002.

كما أكدت نتائج الاختبار على الاتجاه نحو الارتفاع لدرجات الحرارة في فصلي الشتاء والربيع، فعند مقارنة متوسطات الفترات الثلاث المستقبلية (2010-2099) نجد أنها ترتفع بفارق مقداره 2.9 في فصل الشتاء وعلى مستوى دلالة احصائية 0.001. وبفارق 6.4 في فصل الربيع وعلى مستوى دلالة 0.000.

الجدول (3) اختبار التباين الآحادي لمتوسطات درجة الحرارة العظمى لسيناريو A2a لفترة (1961–2099).

درجة الحرارة الصغرى الفصلية والسنوية	الفترات	متوسط درجة الحرارة الصغرى	الانحراف المعياري	التجانس sig	الفارق في المتوسط	مستوى الدلالة الاحصائية(sing)
فصل الخريف	1990 - 1961	28.3	1.2	0.000	-	-
	2039 - 2010	21.8	3.3	0.000	6.5	0.000
	2069 - 2040	21.8	3.3	0.000	6.6	0.000
	2099 - 2070	21.8	3.3	0.000	6.5	0.000
فصل الشتاء	1990 - 1961	18.6	1.10	0.000	-	-
	2039 - 2010	21.5	3.2	0.000	2.9	0.001
	2069 - 2040	21.5	3.2	0.000	2.9	0.001
	2099 - 2070	21.4	3.2	0.000	2.9	0.001
فصل الربيع	1961 - 1990	25.8	1.1	0.000	-	-
	2039 - 2010	32.2	4.9	0.000	6.3	0.000
	2069 - 2040	32.2	4.7	0.000	6.4	0.000
	2099 - 2070	32.1	4.9	0.000	6.3	0.000
فصل الصيف	1990 - 1961	34.9	0.6	0.000	-	-
	2039 - 2010	30.6	0.5	0.000	4.2	0.002
	2069 - 2040	30.5	0.5	0.000	4.4	0.002
	2099 - 2070	30.6	4.5	0.000	4.4	0.002
السنوية	1990 - 1961	26.8	0.5	0.004	-	-
	2039 - 2010	26.8	0.5	0.004	0.0	0.000
	2069 - 2040	27.3	0.6	0.004	0.5	0.000
	2099 - 2070	27.1	0.6	0.004	0.5	0.000

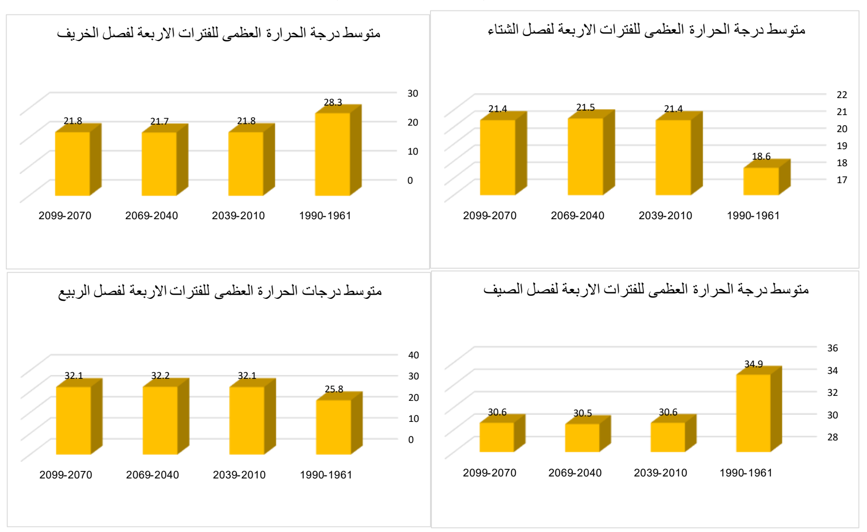
المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس باستخدام SDSM & SPS.

الجدول (4) اختبار التباين الاحادي لمتوسطات درجة الحرارة العظمى لسيناريو لB2a لفترة (1961–2099).

درجة الحرارة الصغرى الفصلية والسنوية	الفترات	متوسط درجة الحرارة العظمى	الانحراف المعياري	التجانس sig	الفارق في المتوسط	مستوى الدلالة الاحصائية(sing)
فصل الخريف	1990 - 1961	28.3	1.2	0.000	-	-
	2039 - 2010	21.8	3.3	0.000	6.5	0.000
	2069 - 2040	21.8	3.3	0.000	6.6	0.000
	2099 - 2070	21.8	3.3	0.000	6.5	0.000
فصل الشتاء	1990 - 1961	18.6	1	0.000	-	-
	2039 - 2010	21.5	3.3	0.000	2.9	0.001
	2069 - 2040	21.5	3.3	0.000	2.9	0.001
	2099 - 2070	21.5	3.3	0.000	2.9	0.001
فصل الربيع	1961 - 1990	25.8	1	0.000	-	-
	2039 - 2010	32	4.8	0.000	6.2	0.000
	2069 - 2040	32.2	4.9	0.000	6.4	0.000
	2099 - 2070	32.2	4.8	0.000	6.4	0.000
فصل الصيف	1990 - 1961	34.9	1	0.000	-	-
	2039 - 2010	30.5	5.1	0.000	4.2	0.002
	2069 - 2040	30.6	5	0.000	4.4	0.002
	2099 - 2070	30.8	4.8	0.000	4.4	0.002
السنوية	1990 - 1961	26.8	0.5	0.003	-	-
	2039 - 2010	26.6	0.5	0.003	0.1	0.000
	2069 - 2040	27	0.6	0.003	0.2	0.000
	2099 - 2070	27.3	0.6	0.003	0.5	0.014

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس باستخدام SDSM & SPSS.

الشكل (4) اختبار التباين الاحادي لمتوسطات درجة الحرارة العظمى لفترة (1961–2099).



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (3) باستخدام Excel Microsoft 2010.

المبحث الثالث

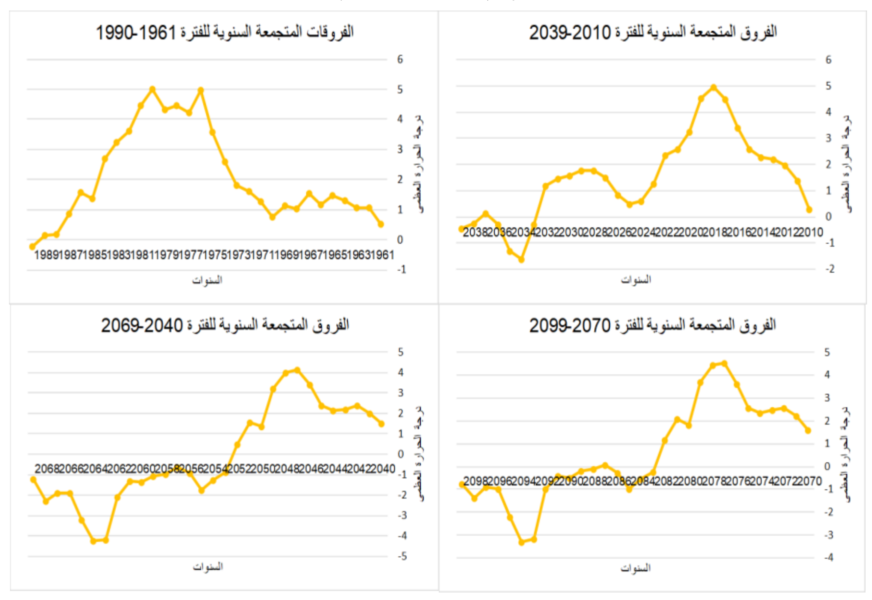
الفروقات المتجمعة Cumulated Sums:

الفروقات المتجمعة أو التراكمية هي أسلوب إحصائي لا يتأثر بمتوسط البيانات أو حجمها وهي حاصل جمع للانحراف المعياري لكل سنة مع السنة اللاحقة، ويستخدم من أجل تأكيد تغيرات الاتجاه التي حدثت في السلسلة الزمنية لدرجة الحرارة العظمى السنوية والفصلية في محطة ارصاد مطار طرابلس (سليم، 2019، ص167).

من خلال الشكل (5) تظهر منحنيات الفروق المتجمعة للمعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى للفترة الأولى نحو الزيادة من سنة 1961–1971، ومن ثم شهدة انخفاض واضح حتى سنة 1975. أما خلال الفترة الثانية من (2010–2039) نجدها شهدت انخفاض واضح من 2010 –2017. ومن ثم تعود بعدها إلى الارتفاع من جديد حتى نهاية الفترة.

في الفترة من 2040-2069 يبقى المنحنى حول المعدل في بداية الفترة حتى سنة 2042، ومن 20643 يشير الى الارتفاع من جديد إلى نهاية الفترة. اذ تمت سنة 2063 ذروة الارتفاع ليبلغ معدلها 29.2، وكذلك الحال في الفترة (2070-2099) نجد هناك تشابهاً كبيراً في اتجاه المنحنى للفترة السابقة من ناحية الارتفاع والانخفاض.

الشكل (5) منحنيات الفروقات المتجمعة السنوية لدرجة الحرارة العظمى للفترة (1961-2099).

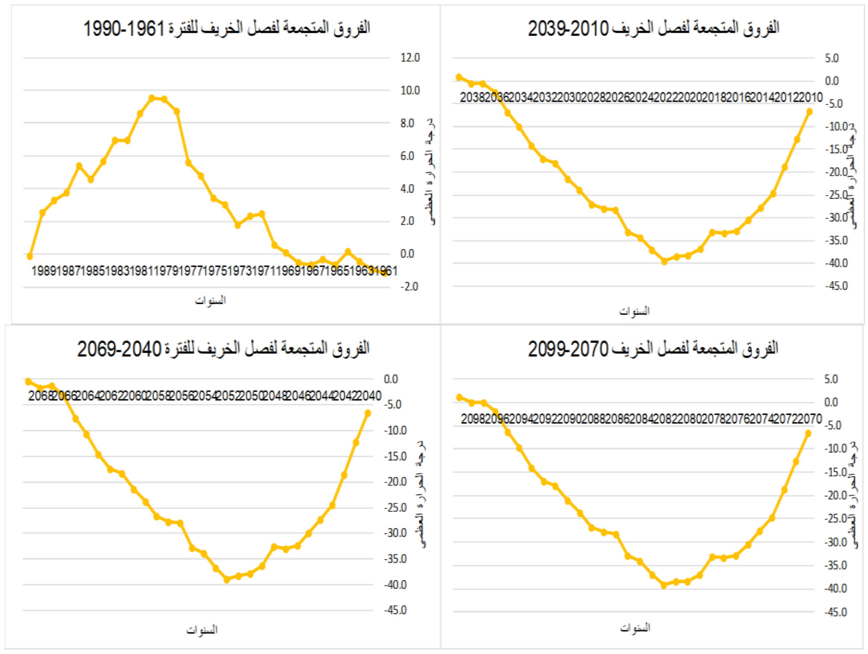


المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس باستخدام SDSM & SPSS.

من خلال الشكل (6) بينت منحنيات الفروق المتجمعة أن فصل الخريف في بداية الفترة الأولى (1961-1969) كان أعلى من المعدل، بينما شهد انخفاضاً بشكل عام من سنة 1970 إلى 1981، ثم يتغير اتجاه ثم المنحى نحو الارتفاع حتى نهاية هذه الفترة، وليستمر في الارتفاع عن المعدل من بداية الفترة الثانية من 2010-2014، أما في الفترة الثالثة (2040 -2969) يبدأ المنحنى بالارتفاع عن المعدل للفترة من 2040-2044 ومن ثم يرجع المنحنى وينخفض حتى نهاية، الفترة ويعود في الارتفاع بداية من خريف 2067 ويستمر في نفس الاتجاه حتى نهاية الفترة. أما في الفترة الرابعة يشير الى الانخفاض ويرجع في الارتفاع من سنة 2097.

الشكل (6) منحنيات الفروقات المتجمعة لدرجة الحرارة العظمى

لفصل الخريف للفترة (1961–2099).

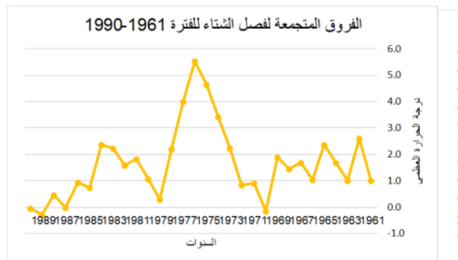


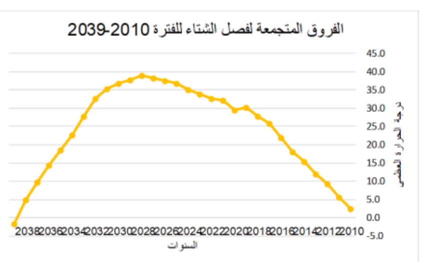
المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس باستخدام SDSM & SPSS.

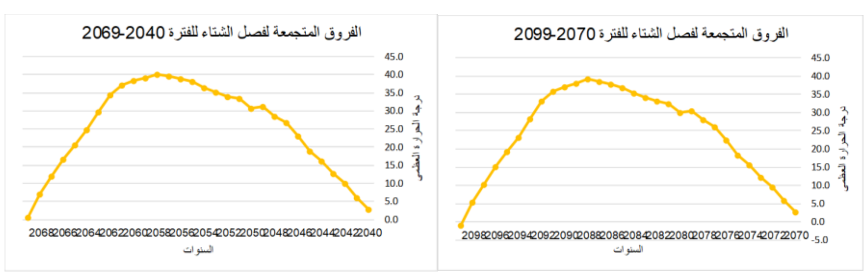
اظهرت نتائج الفروقات المتجمعة لفصل الشتاء شكل (7) أن هناك تذبذباً في الارتفاع والانخفاض خلال الفترة الأولى، بينما شهدت الفترة 1971–1976 انخفاض واضح في درجات الحرارة العظمى. أما في الفترة الثانية من (2010 –2039) نجد أن هناك ارتفاعاً عاماً يكون تدريجي بداية الفترة ويصل ذروته في نهايتها في الفترات الثلاث المستقبلية من (2040 –2099).

الشكل (7) منحنيات الفروقات المتجمعة لدرجة الحرارة العظمى

لفصل الشتاء للفترة (1961–2099).



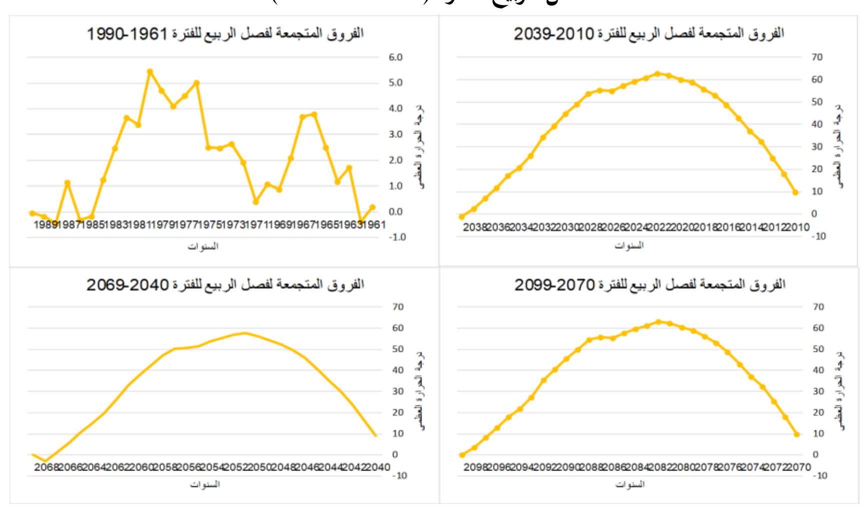




المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس باستخدام SDSM & SPSS.

تؤكد نتائج الفروقات المتجمعة لفصل الربيع شكل (8) أن هناك تذبذباً في الارتفاع والانخفاض خلال الفترة الأولى مشابه لفصل الشتاء، بينما شهدت الفترة 1971-1981 انخفاض واضح. أما في الفترات المستقبلية نجد أن المنحنى مشابه لفصل الشتاء ويتطابق معه في الاتجاه نحو الزيادة في بداية كل فترة ويزداد نهايتها.

الشكل (8) منحنيات الفروقات المتجمعة لدرجة الحرارة العظمى لفصل الربيع للفترة (1961–2099).



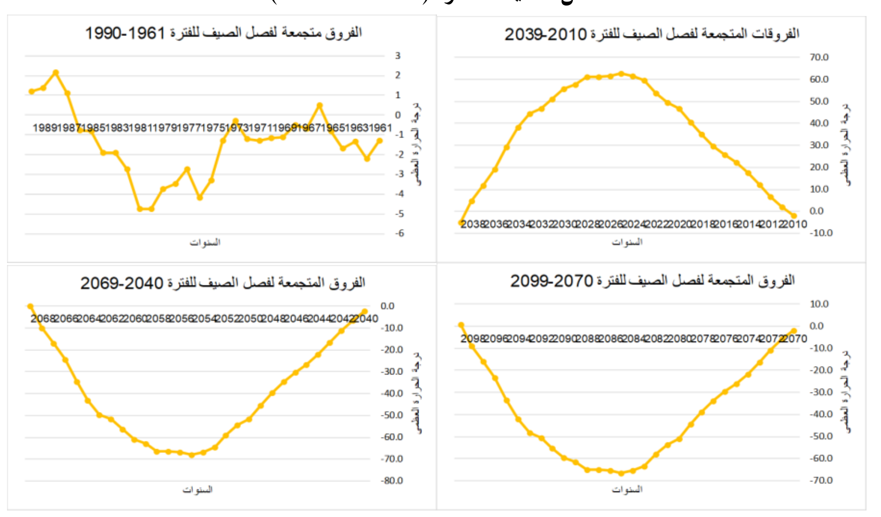
المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس باستخدام SDSM & SPSS.

من الشكل (9) نجد منحى الفروقات المتجمعة لفصل الصيف متذبذب بين الانخفاض والارتفاع بشكل عام. بينما يمثل بداية ذروة الارتفاع في سنة 1988. أما منحى الفترة الثانية يشير بشكل عام نحو الارتفاع في بداية الفترة إلى سنة 2025 وللتأكيد على

النتائج سجل صيف 2019 و2020 معدلات بلغت (36.1، 37) درجة مئوية على التوالي وهي أعلى من المعدل الصيفي في المحطة، حيث سجل صيف 2019 موجتي حر متتاليتان استمرتا 18 يوماً ادتا إلى اندلاع حرائق مأهولة في الغرب الليبي (عثمان، 2019، ص229). بينما يشير المنحى الى الانخفاض من عام 2026 حر نهاية الفترة. في آخر فترتين يبدأ المنحى الارتفاع عن المعدل بشكل تدريجي الى أن يصل ذروته نهاية كل فترة.

الشكل (9) منحنيات الفروقات المتجمعة لدرجة الحرارة العظمى

لفصل الصيف للفترة (1961–2099).



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس باستخدام SDSM & SPSS.

النتائج:

1- ظهر ان هناك ارتباط قوى بين درجة الحرارة العظمى لمحطة ارصاد زوارة مع متغير درجة الحرارة عند 2متر أحد مخرجات نموذج GCM اذ بلغت قيمة الارتباط .(0.893)

2 -أظهرت المعايرة لقياس دقة البيانات المنمذجه وجدنا أن هناك تطابقاً بين البيانات المنمذجة بواسطة SDSM وسيناريو A2a B2a & مع البيانات المسجلة في ارشيف الإرصاد الجوية، الأمر الذي يؤكد لنا دقة البيانات المرصودة من قبل المركز الوطني للأرصاد الجوية بطرابلس من ناحية، ومن ناحية أخرى يقين بدقة تقنية SDSM بالتنبؤ في درجات الحرارة العظمى مستقبلا وبالتالي الاعتماد على نتائجها.

3- أظهرت نتائج الانحدار الخطي البسيط لدرجة الحرارة العظمى في محطة مطار طرابلس، اتجاهًا واضحًا للزيادة في المعدلات السنوية بمقدار 0.5 درجة مئوية. أما على المستوى الفصلي فنجد أن هناك تبايناً واضحاً في التغير، إذ سينتج عن ارتفاع درجة الحرارة تقلب الفصول وتغير خصائصها مستقبلا مما ينذر بمشكلات بيئية وخيمة مستقبلا.

4- دلت نتائج اختبار التباين لفصلي الخريف والصيف أن هناك تباين في متوسطات درجة الحرارة العظمى، نحو الانخفاض عند مقارنة الفترة الأولى مع الفترات الثلاث المستقبلية بفارق (6.5) درجة مئوية وعلى مستوى دلالة احصائية بلغ 0.000 خلال فصل الخريف. بينما كان الانخفاض في فصل الصيف بفارق قدره 4.2 درجة مئوية وعلى مستوى دلالة 0.002.

5- أكدت نتائج اختبار التباين على الاتجاه نحو الزيادة في درجات الحرارة خلال فصلي الشتاء والربيع، فعند مقارنة متوسطات الفترات الثلاث المستقبلية (2010-2099) نجد أنها ترتفع بفارق مقداره 2.9 في فصل الشتاء وعلى مستوى دلالة احصائية 0.001. وبفارق 6.4 في فصل الربيع وعلى مستوى دلالة 0.000.

6- تظهر منحنيات الفروق المتجمعة للمعدل السنوي لدرجة الحرارة تشابه في الارتفاع والانخفاض للفترة الثانية مع الفترة الاولى، في حين يتشابه شكل المنحنى خلال الفترات المستقبلية ويتجهان بشكل عام نحو الارتفاع.

7- أظهرت منحنيات الفروق المتجمعة على المستوى الفصلي تغير في اتجاهها نحو الانخفاض في فصل الخريف في الفترات المستقبلية مقارنة بفترة الأولى (1961-1990). كما تظهر انخفاض عن المعدل في فصل الصيف خلال الفترة الثانية (2010-2039). ومن ثم تعاود في الارتفاع التدريجي في آخر فترتين.

8- كما دلت منحنيات الفروق المتجمعة لفصلي الشتاء والربيع ارتفاع بشكل عام في الفترات المستقبلية الثلاث مقارنة بفترة الأساس.

التوصيات:

1- يجب نشر الوعي بخطورة آثار التغير المناخي. فالارتفاع في متوسّط درجة الحرارة العظمى، له آثار مباشرة على صحة الإنسان. والزيادة على طلب الطاقة، أضرار وتلف للمحاصيل الزراعية.

2 - أخذ التدابير اللازمة لتفادي الآثار الخطيرة الناتجة عن تغير المناخ في البلاد. كالتوقف عن استهلاك الوقود الاحفوري والبحث عن مصادر بديلة نظيفة للطاقة.

3 - على المركز الوطني للأرصاد الجوية بطرابلس توفير البيانات اليومية لجميع محطات الرصد في البلاد خدمة للباحثين في مجال المناخ والتغيرات المناخية.

4 – العمل على تدريب العاملين في مجال الأرصاد والبحاث المختصين في مجال الطقس والمناخ على هذا النوع من التقنيات؛ ليتم وضع تنبؤ مستقبلي موسمي وسنوي لمناخ للبلاد وخاصة عنصري درجة الحرارة والمطر لتفادي تطرفات الطقس من موجات حر وبرد ومن تشكل السيول وتجمع الغدران في المدن.

المصادر والمراجع:

- تقرير الفريق العامل الأول للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC، تغير المناخ 2013 الأساس العلمي الفيزيائي، 2013.
- التقرير العربي حول تقييم تغير المناخ، لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، 2017.
- عثمان، أسمهان علي المختار، (2011)، تغير المناخ دراسة تطبيقية لاتجاه وتغير درجة الحرارة في ليبيا للفترة (1971- 2000)، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة الزاوية، الزاوية، ليبيا.
- الجبوري، نجاح عبد جابر، (2016)، تحليل جغرافي لتكرار ظاهرة التطرف الحراري وموجات الحر في محافظة النجف، مجلة آداب الكوفة، مجلد 27، العدد 1.
- إبراهيم، عبد السلام أحمد، (2018)، نمذجة التغير في درجات الحرارة بمنطقة مصراتة باستخدام تقنية (SDSM)، مجلة جامعة الزيتونة، العدد 28، ديسمبر، ترهونة، ليبيا.
- عثمان، أسمهان علي المختار، (2021)، نمذجة التغير في درجة الحرارة العظمى في منطقة زوارة للفترة (1961 – 2050) باستخدام تقنية SDSM، كتاب المؤتمر الدولي الأول لكليات العلوم –جامعة الزاوية تحت شعار العلوم الأساسية أساس الإبداع والتألق"، 19-20 ديسمبر 2021.
- المركز الوطني للإرصاد الجوي، طرابلس، ليبيا،2022.
- عيسى علي ابراهيم، (2004)، الأساليب الإحصائية في الجغرافيا، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية، مصر.
- سليم، علي مصطفى، (2019)، التغيرات الحديثة في درجة الحرارة بمنطقة جبل نفوسة، مؤتمر التنمية المكانية للأراض الزراعية وسبل الحد من آثار الأخطار التي تهددها، قسم الجغرافيا، كلية التربية ناصر، جامعة الزاوية، ليبيا.





- عثمان، أسمهان علي المختار، (2019)، الخصائص المناخية لموجات الحر وعلاقتها بالحرائق في غرب لليبيا، مؤتمر التنمية المكانية للأراض الراعية وسبل الحد من آثار الأخطار التي تهددها، قسم الجغرافيا، كلية التربية ناصر، جامعة الزاوية، ليبيا.

- Moloud Ali Brebish, Asmahan Ali Othman, MODELING THE CHANGE IN MAXIMUM TEMPERATURE IN ZUWARA WEATHER STATION FOR THE PERIOD (1961-2099) USING SDSM TECHNIQUE, BULLETIN OF THE SERBIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY, May 01, 2022.
- Frich, P.,L.V. Alexander, P. Della-Marta, B. Gleason, M. Haylock, A. Klein-Tank, and T. Peterson, Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the 20th Century, Clim. Res, 2002.

المؤتمر العلمي السابع لكلية الآداب
التغيرات المناخية في ليبيا (الاتجاهات والتداعيات)
سرت 29 ديسمبر 2022م